

MODIFIKASI PATI SAGU DENGAN METODE *HEAT MOISTURE TREATMENT*

Modified Sago Starch by Heat Moisture Treatment Method

La Ega dan Cynthia Gracia Christina Lopulalan

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Pattimura
Jl. Ir. M. Putuhena Kampus Poka Ambon 97233.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh pati sagu HMT dengan karakteristik fisik yang dapat diaplikasikan sebagai bahan baku dalam pengolahan pangan. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap, yang terdiri dari satu faktor dengan tiga taraf perlakuan yaitu suhu pemanasan 90°C, 95°C, dan 100°C. Data hasil penelitian diuji secara statistik dengan analisis keragaman sesuai RAL, kemudian dilanjutkan dengan uji Tukey. Dari hasil penelitian modifikasi pati sagu dengan HMT pada suhu 100°C, memiliki kestabilan yang baik ditandai dengan viskositas, kadar air yang lebih rendah, pH asam yang sama, memiliki nilai derajat putih 71,91%, serta kekuatan gel 94,17%.

Kata kunci: pati sagu, sifat fisik, *heat moisture treatment*

ABSTRACT

This objective of the research was to obtain HMT sago starch having the physical characteristics that can be applied as raw materials in food processing. A completely randomized experimental design with heating temperature as the treatment was applied. Three levels of treatments were assigned, i.e: heating temperature of 90°C, 95°C, and 100°C. Results were analyzed statistically using analysis of variance and Tukey test. Results showed that HMT modified sago starch by heating process at 100°C had good stability having lower viscosity and moisture content, similar pH, and the degree of whiteness of 71.91%, as well as gel strength of 94.17%.

Keywords: sago starch, physic characteristics, heat moisture treatment

PENDAHULUAN

Sagu merupakan salah satu tanaman penghasil karbohidrat yang memiliki potensi yang besar namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Dengan demikian diperlukan pengembangan produk berbasis sagu untuk mengurangi ketergantungan terhadap beras. Kandungan kalori sagu relatif sama dengan kalori yang dikandung oleh ubi kayu yaitu 146 kal/100 g (Djoefrie, 1999), oleh karena itu sagu merupakan salah satu komoditas pangan yang dapat menjawab tantangan di bidang ketersediaan pangan.

Indonesia memiliki sekitar 21 juta hektar lahan yang potensial dan memungkinkan untuk tanaman sagu, tapi secara pastinya belum diketahui.

Sekitar 95% pertumbuhan pohon sagu terjadi secara alami (Bintoro, 2000). Menurut Sumaryono (2006), komposisi kimia tepung sagu sebagian besar terdiri dari karbohidrat, sama halnya dengan tepung terigu, tepung tapioka, dan tepung beras.

Modifikasi pati adalah cara mengubah struktur dan mempengaruhi ikatan hidrogen dengan cara terkontrol untuk meningkatkan dan memperluas kegunaannya. Modifikasi pati diharapkan dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan fungsional dari pati alami. Salah satu cara modifikasi pati yang dapat dilakukan untuk mengubah sifat-sifat patinya adalah dengan cara *Heat Moisture Treatment* (HMT). Perlakuan HMT didefinisikan sebagai modifikasi pati secara fisika yang dilakukan pada granula pati

dengan kadar air kurang dari 35% selama 15 menit sampai dengan 16 jam, dan pada suhu 84°C sampai dengan 120°C atau di atas suhu transisi tapi di bawah suhu gelatinisasi (Gunaratne & Hoover, 2002). Teknik modifikasi pati HMT dilakukan dengan cara perlakuan pemanasan pati pada suhu tinggi (80-120°C) dalam kondisi kadar yang dikontrol (35% atau lebih rendah) (Collado *et al.*, 2001). Metode modifikasi HMT dapat menurunkan nilai viskositas maksimum, mengurangi viskositas *breakdown* dan memiliki viskositas akhir yang tinggi serta menghasilkan pati dengan nilai *swelling power* dan *solubility* yang terbatas (Collado & Corke 1999; Collado *et al.*, 2001; Gunaratne & Corke, 2007; Pukkahutta *et al.*, 2008).

Selain itu, pati hasil modifikasi HMT memiliki pasta yang lebih stabil dibanding pati alami. Kestabilan ini dapat ditunjukkan oleh viskositas *breakdown* pati HMT yang rendah dibanding pati alaminya. Semakin kecil nilai viskositas *breakdown* semakin stabil pati tersebut terhadap proses pemanasan dan pengadukan (Gunaratne & Corke, 2007). Berdasarkan pernyataan diatas maka penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan produk mi sagu termodifikasi dengan substitusi tepung terigu yang diharapkan dapat menyempurnakan produk mi sagu, serta memperbaiki karakteristik mi sagu. Mi sagu dibuat dalam ukuran yang lebih kecil karena dengan pengecilan ukuran diharapkan dapat mempersingkat waktu rehidrasi. Penggunaan pati sagu termodifikasi dengan substitusi tepung terigu diharapkan dapat menghasilkan mi dengan karakteristik terbaik.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati sagu (sagu Lapia Tuni dari Saparua), tepung terigu, air, dan minyak. Sedangkan bahan kimia yang digunakan untuk analisa adalah natrium sulfat, asam borat, asam klorida, natrium hidroksida, karbon aktif, larutan phenol, dan asam sulfat.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap, yang terdiri dari satu faktor dengan tiga taraf perlakuan yaitu suhu pemanasan 90°C, 95°C, dan 100°C. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak dua kali sehingga total satuan percobaan adalah enam satuan percobaan.

Tahapan Penelitian

Pembuatan Pati HMT

Proses tahapan pra penelitian yaitu membuat pati sagu termodifikasi HMT dengan suhu pemanasan 90, 95 dan 100°C. Pati sagu terlebih dahulu dilakukan pencucian hingga air cucian bening dimana setiap 30 menit dilakukan pencucian, setelah bersih kemudian pati sagu di keringkan pada suhu 50°C selama 12 jam. Untuk keperluan karakterisasi pati, dilakukan analisis kadar air terlebih dahulu pada pati sagu, berdasarkan pengukuran dapat diketahui bahwa kadar air pati sagu yang akan digunakan untuk penelitian kali ini adalah 12,57%.

Proses modifikasi pati sagu dengan teknik HMT menggunakan metode Adebawale *et al.* (2005) adalah sebagai berikut: sebanyak 200 g pati diatur kadar airnya sampai 28% dengan cara menyemprotkan akuades. Untuk jumlah air yang ditambahkan untuk mencapai kadar air pati 28%, maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$(100\% - KA_1) \times BP_1 = (100\% - KA_2) \times BP_2$$

Dimana: KA_1 : Kadar air pati kondisi awal; KA_2 : Kadar air pati yang diinginkan; BP_1 : Bobot pati pada kondisi awal; BP_2 : Bobot pati setelah mencapai KA_2

Pati yang telah diatur kadar air 28% selanjutnya ditempatkan didalam loyang bertutup kemudian diaduk. Pati didiamkan dalam refrigerator selama satu malam untuk penyeragaman kadar air. Loyang berisi pati basah dipanaskan dalam oven dengan waktu pemanasan selama 4 jam. Pati diaduk setiap satu jam untuk menyeragamkan distribusi panas. Setelah didinginkan, pati termodifikasi dikeringkan selama satu malam pada suhu 50°C. Pati

termodifikasi HMT selanjutnya dianalisis dan dilakukan pengukuran.

Hasil pengukuran pati sagu termodifikasi HMT dibandingkan dengan pati sagu alami untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan. Pati termodifikasi HMT antar perlakuan juga dibandingkan satu sama lain untuk mengetahui profil yang terbaik.

Pengamatan Pati Termodifikasi

Kadar Air

Pengukuran kadar air menggunakan metode AOAC (2012) sebagai berikut cawan alumunium dikeringkan dalam oven selama 15 menit dan didinginkan dalam desikator selama 10 menit dan ditimbang. Sampel ditimbang kurang lebih sebanyak 2 g dalam cawan. Cawan beserta isi dikeringkan dalam oven 100°C selama 6 jam. Cawan dipindahkan ke dalam desikator lalu didinginkan dan ditimbang. Cawan beserta isinya dikeringkan kembali sampai diperoleh berat konstan. Perhitungan:

Kadar Air (% basis basah)

$$= \frac{[W2 - (W3 - W1)]}{W3 - W1} \times 100\%$$

Keterangan: Berat cawan (g) = W1; Berat sampel (g) = W2; Berat cawan dan sampel setelah dikeringkan (g) = W3

Derajat Asam

Pengukuran pH sampel dilakukan dengan metode SNI 01-2891-1992 menggunakan pH meter Orion model 210A yang sebelumnya telah dikalibrasi menggunakan larutan pH buffer 4,01 dan 7. Pengukuran secara langsung dengan mencelupkan pH meter kedalam sampel uji yang sudah diencerkan, lalu ditunggu sampai angka yang terlihat pada layar stabil.

Viskositas

Pengukuran Viskositas menggunakan metodel Engler (SNI 01-2891-1992). Sampel

ditimbang sebanyak 3 g, masukan kedalam gelas beaker 600 mL yang terletak dalam wadah yang panasnya 27,5°C. Tambahkan 30 mL akuades suhu 27,5°C, kocok sampai mendapatkan suspensi yang rata. Larutan NaOH 1% sebanyak 270 mL dan diaduk memakai pengaduk listrik selama 3 menit.

Derajat Putih

Pengukuran derajat putih menggunakan *Whiteness-metter*. Sejumlah sampel ditempatkan pada wadah khusus alat *Whiteness-meter*, lalu dipasang penutup kaca dan diletakkan dibawah lensa. Kemudian diukur nilai derajat putihnya yang berkisar antara 0-100 %. Kalibrasi alat dilakukan terlebih dahulu dengan plat standar warna putih 81,6%. Hasil pembacaan dinyatakan dalam % derajat putih terhadap *plate* standar barium sulfat derajat putih 100%.

Analisis Kekuatan Gel

Analisis kekuatan gel menggunakan metode Wattanachant *et al.* (2002) dengan prosedur sebagai berikut: dibuat suspensi pati dengan konsentrasi padatan kering sebanyak 6%. Suspensi dipanaskan sampai mencapai suhu gelatinisasinya. Pasta pati dituang ke dalam tabung plastik (diameter 4 cm dan tinggi 5 cm) sampai penuh. Tabung disimpan pada suhu 4°C selama 24 jam. Pengukuran kekuatan gel dilakukan dengan menggunakan tekstur analyzer pada kondisi sebagai berikut mode: kekuatan gel *Test mode* dan *option measure force in compression*, *pre-test speed*: 0,2 mm/detik, *test speed*: 0,2 mm/detik, *post test speed* 0,2 mm/detik, *distance*: 4,0 mm, tipe: auto, *force*: 4 g, dan *accessory*: 0,5 *radius cylinder* (P/0.5 R). Penentuan kekuatan gel didasarkan pada maksimum gaya (nilai puncak) pada tekanan/kompresi pertama dengan satuan gf (*gram force*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

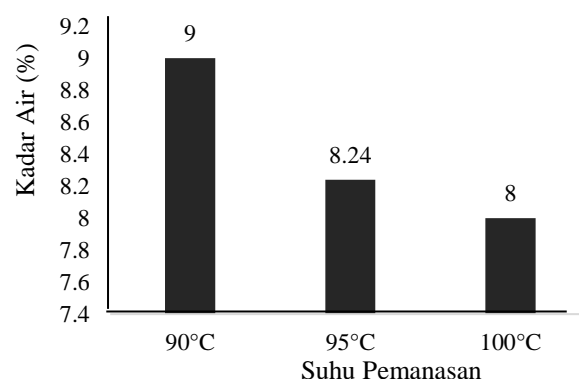
Modifikasi pati sagu dengan metode HMT untuk mengubah sifat fisik dan sifat kimia dari pati

sagu alami. Sesuai dengan pernyataan Fitriani & Budiyan (2010), perlakuan HMT merupakan salah satu modifikasi pati secara fisik dengan menggunakan kombinasi kelembaban dan suhu tanpa mengubah penampakan granulanya. Menurut Purwani *et al.* (2006) dalam Fitriani & Budiyan (2010) perlakuan HMT membuat pati lebih stabil pada saat pemasakan, akibatnya kualitas tanak yang dihasilkan menjadi lebih baik. Proses pembuatan pati sagu HMT dilakukan dengan tiga taraf perlakuan yang berbeda, modifikasi pati sagu dengan metode HMT pada penelitian ini dilakukan pada beberapa tingkatan suhu pemanasan yaitu: suhu 90, 95, dan 100°C dengan lama pemanasan selama 4 jam. Hasil pati sagu termodifikasi HMT yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisa sifat fisik dan kimia.

Kadar Air

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap kadar air, dengan nilai rata-rata 8,26-9,14%. Proses modifikasi HMT dengan suhu pemanasan 95 dan 100°C memiliki kadar air yang lebih rendah di dibandingkan dengan suhu pemanasan 90°C, hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu pemanasan pada saat proses HMT maka akan mengurangi kadar air pada pati sagu alami.

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai kadar air berturut-turut tertinggi diperoleh pada suhu pemanasan 90, 95, dan 100°C adalah 9%, 8,24%, dan 8%. Pati yang telah mengalami modifikasi memiliki kadar air lebih kecil dibandingkan pati alami. Perlakuan suhu HMT cenderung mengakibatkan kadar air pati menjadi lebih rendah dibandingkan dengan pati alaminya. Hal ini karena suhu yang tinggi menyebabkan air yang terikat pada pati menguap, sehingga kadar air menjadi rendah.



Gambar 1. Rata-rata kadar air pati sagu HMT

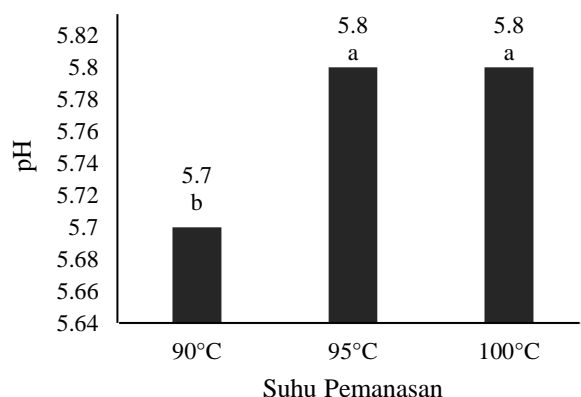
Pengeringan berlangsung dengan memecahkan ikatan molekul-molekul air yang terdapat didalam bahan. Apabila ikatan molekul-molekul air yang terdiri dari unsur-unsur dasar oksigen dan hidrogen dipecahkan, maka molekul tersebut akan keluar dari bahan, akibatnya bahan tersebut akan kehilangan air yang di kandungannya (Rosdaneli, 2005). Studi yang sama juga telah dilakukan oleh Rahmayuni (2009), yang memodifikasi pati ubi jalar dengan metode HMT. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pati ubi jalar HMT memiliki kadar air sebesar 8,02% lebih rendah dibandingkan pati alaminya sebesar 11,95%. Menurut Winarno (2002), pengeringan bertujuan untuk mengurangi jumlah kandungan air di dalam suatu bahan pertanian, dengan cara menguapkan air tersebut dengan menggunakan energi panas. Kecepatan pengeringan juga tergantung pada jenis bahan yang dikeringkan, luas permukaan bahan, suhu pemanasan, kecepatan aliran udara dan tekanan udara. Kadar air sangat penting dalam memperpanjang daya awet dari bahan pangan, karena mempengaruhi sifat-sifat fisik, perubahan kimia, enzimatis dan mikrobiologis pangan (Buckle *et al.*, 1987).

Derajat Asam

pH adalah derajat keasaman yang penting sebab digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Berdasarkan hasil analisis ragam didapati

bahwa derajat keasaman memberikan pengaruh yang nyata terhadap pati sagu HMT. Perlakuan HMT dengan suhu pemanasan 90, 95, dan 100°C dengan nilai 5,7, 5,8, dan 5,8%. Pengukuran pati sagu menunjukkan bahwa pati sagu termodifikasi memiliki pH yang rendah yaitu 5,7-5,8%. Pengukuran pH merupakan parameter kimiawi untuk mengetahui tepung yang dihasilkan bersifat asam atau basa, rendahnya nilai pH yang dihasilkan kemungkinan terjadi pada saat rangkaian proses pengolahan pati sagu tersebut banyak tahapan proses yang tertunda sehingga memungkinkan adanya aktivitas mikroba pembentuk asam yang membuat pati sagu yang dihasilkan mempunyai pH yang rendah.

Namun dapat dilihat bahwa perbandingan nilai yang diperoleh sangat kecil dengan nilai rata-rata 5,7-5,8 saja. Hasil analisa derajat keasaman pada pati sagu yang termodifikasi dapat dilihat pada Gambar 2. Semakin tinggi tingkat keasamannya maka semakin buruk kualitas tepungnya, sebaliknya semakin rendah tingkat keasamannya maka kualitas tepung akan baik.



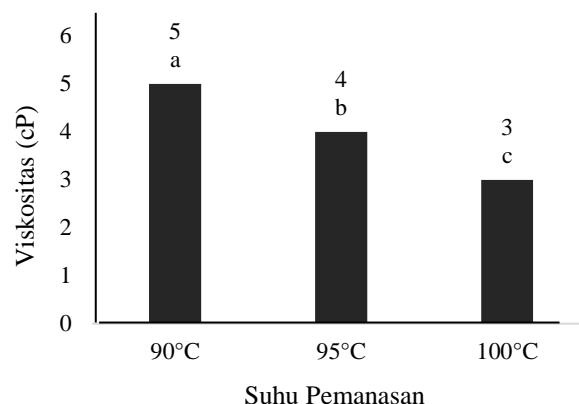
Gambar 2. Rata-rata derajat asam pati sagu HMT.

Viskositas

Berdasarkan hasil analisis ragam pada hasil pati termodifikasi bahwa viskositas memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pati sagu termodifikasi. Rata-rata nilai viskositas pati sagu termodifikasi HMT dapat dilihat pada Gambar 3.

Perlakuan HMT dengan suhu pemanasan 90, 95, dan 100°C mendapatkan nilai 5, 4, dan 3 cP. Hal ini menunjukkan tingkat kestabilan pasta pati sagu

termodifikasi HMT bahwa dengan suhu pemanasan 95 dan 100°C lebih tinggi dibandingkan perlakuan HMT dengan suhu 90°C.



Gambar 3. Nilai rata-rata viskositas pati sagu HMT.

Dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu pemanasan yang dilakukan maka semakin cepat pati sagu mengalami kekentalan dan semakin rendah pula ketahanannya terhadap aliran (viskositasnya), begitu pula sebaliknya semakin rendah suhu pemanasan maka semakin lama pati sagu mengalami kekentalan artinya semakin tinggi tingkat alirannya (viskositas). Penurunan viskositas maksimum menurut Hoover & Gunaratne (2002) disebabkan karena interaksi rantai amilosa-amilosa, dengan rantai amilosa-amilopektin yang terjadi selama proses modifikasi, sehingga ikatan antar molekul menjadi lebih rapat dan lebih sulit untuk berpenetrasi ke dalam granula.

Penurunan viskositas ini dikarenakan oleh granula pati yang telah mengalami gelatinisasi dan pembengkakan maksimum akibat pemanasan suspensi pati, pecah dan meluruhkan amilosa dari granula pati menjadi fraksi yang larut dalam air panas. Sesuai dengan pernyataan Stute (1992) bahwa perlakuan HMT dapat mengakibatkan profil pasta pati mengalami penurunan viskositas dan *breakdown*, serta peningkatan viskositas pasta dingin. Penurunan viskositas pada pati sagu ini diduga adanya peningkatan suhu pemanasan pada saat proses modifikasi berlangsung, terlihat pada Gambar 4 bahwa suhu pemanasan yang lebih tinggi mempengaruhi penurunan nilai viskositas pati yang dihasilkan, hal ini diduga karena pada saat

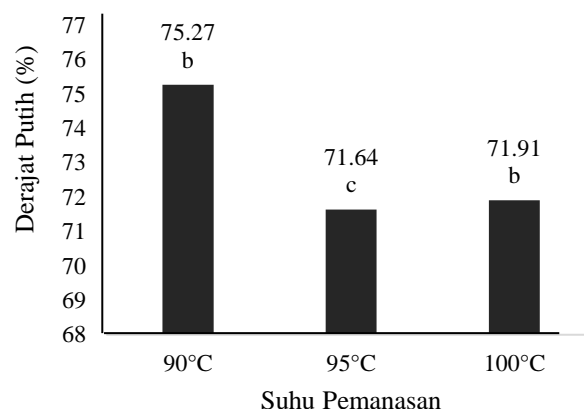
pemanasan terjadi pembentukan kompleks antara amilosa-lemak yang mampu menurunkan kapasitas pembengkakan granula dan mampu memperbaiki stabilitas pasta selama pemanasan, hal ini juga diduga adanya perbedaan kadar amilosa pati yang dihasilkan, kadar amilosa yang berbeda menyebabkan perbedaan karakteristik pati HMT dan kadar amilosa yang rendah serta suhu pemanasan yang tinggi mampu menurunkan nilai viskositas. Sesuai dengan pernyataan Collado & Corke (1999), bahwa pada pati ubi jalar dengan kandungan amilosa yang berbeda, perlakuan HMT (oven) pada suhu 110°C dan kadar air 25% selama 4-16 jam, pati dengan kadar amilosa yang lebih rendah menunjukkan penurunan viskositas yang lebih besar dan nilai *setback* yang lebih rendah.

Derajat Putih

Berdasarkan hasil analisis ragam pada hasil pati HMT bahwa derajat putih memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pati sagu HMT. Perlakuan HMT dengan suhu pemanasan 90, 95, dan 100°C mendapatkan nilai 75,27, 71,64, dan 71,91%. Rata-rata nilai derajat putih pati sagu termodifikasi HMT dapat dilihat pada Gambar 4.

Derajat putih merupakan salah satu sifat fisik yang mengalami perubahan pada proses modifikasi, hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pemanasan yang dilakukan maka derajat putih pada bahan pangan akan meningkat. Terlihat bahwa pemanasan pati sagu HMT dengan suhu 100°C memberikan nilai derajat putih yang lebih rendah jika dibandingkan dengan suhu pemanasan 90°C. Naiknya nilai derajat putih pada pati sagu HMT perlakuan pemanasan 90°C diduga dipengaruhi oleh rendahnya nilai pH, pati sagu dengan perlakuan pemanasan 90°C memiliki pati yang bersifat asam, karena kenaikan pH sagu menyebabkan pigmen alami yang terdapat pada sagu berubah dari tidak berwarna menjadi berwarna pudar, proses modifikasi HMT yang dilakukan pada pati sagu tersebut membuat warna pudar pati sagu semakin kuat yang menyebabkan penurunan derajat putih secara nyata. Hal ini biasa juga disebabkan karena terjadi proses pencoklatan pada bahan-bahan yang

mengandung karbohidrat. Tingginya suhu pengeringan menyebabkan warna tepung menjadi semakin gelap karena terjadi reaksi *browning*.



Gambar 4. Rata-rata derajat putih pati sagu HMT.

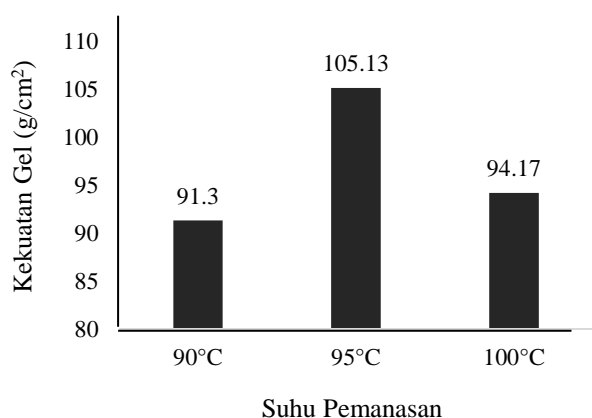
Menurut Poedjiadi (1994), Pencoklatan atau browning pada bahan yang mengandung karbohidrat dapat terjadi secara enzimatik dan non enzimatik. Pencoklatan enzimatik banyak terjadi pada bahan-bahan yang mengandung substrat senyawa fenolik. Sedangkan pencoklatan secara non enzimatik umumnya ada tiga macam, yaitu karamelisasi, reaksi Mailard dan pencoklatan akibat vitamin C. Dari kedua jenis pencoklatan tersebut, diduga pencoklatan pada pati sagu yang telah dipanaskan, terjadi secara non enzimatik, yaitu akibat reaksi Mailard.

Kekuatan Gel

Berdasarkan hasil analisis ragam pada pati termodifikasi bahwa kekuatan gel memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap pati sagu termodifikasi. Analisa kekuatan gel pati sagu HMT dengan suhu pemanasan 90, 95, dan 100°C memberikan nilai yaitu 91,3, 105,13, dan 94,17 g/cm². Peningkatan kekuatan gel ini di karenakan teraturnya kembali molekul-molekul dalam granula pati yang akan berikatan semakin kuat selama proses modifikasi (Ahmad, 2009). Nilai Rata-rata kekuatan gel pati sagu termodifikasi HMT dapat dilihat pada Gambar 5.

Sumber panas yang dihasilkan pada saat proses modifikasi berlangsung ternyata mampu

mempengaruhi nilai kekuatan gel, peningkatan nilai kekuatan gel ini dikarenakan terturnya kembali (*rearrangement*) molekul-molekul dalam granula pati sagu yang akan berikatan semakin kuat selama proses modifikasi. Secara teori menurut (Hoover & Vasanthan, 1994; Collado & Corke, 1999) peningkatan *leaching* amilosa akan meningkatkan kekuatan gel. Dikutip oleh Miyoshi (2001), HMT dapat meningkatkan rekristalisasi komponen molekul amilosa yang mengalami *leaching* sehingga kekuatan gel akan meningkat. Kekuatan gel menurut Lii *et al* (1996) dikutip Elliasson (2004) berbanding terbalik dengan *swelling volume*, semakin tinggi nilai *swelling volume* kekuatan gel semakin rendah.



Gambar 5. Nilai rata-rata kekuatan gel pati sagu HMT.

Pati sagu yang telah dingin membentuk gel yang kuat. Gel pati merupakan sistem padat-cair yang memiliki jaringan yang saling berhubungan dimana fase cair terjebak di dalam fase padatan. Molekul amilosa bebas dapat membentuk ikatan hidrogen tidak hanya dengan molekul amilosa lainnya tetapi juga dengan rantai cabang amilopektin dari granula yang mengembang sehingga menjadi bagian jaringan padat yang saling berhubungan. Keberadaan amilosa dalam fase ini menyebabkan gel menjadi kuat (Collado & Corke, 1999). Semakin tinggi nilai viskositas akhir, semakin kuat gel yang dihasilkan. Kemampuan membentuk gel merupakan parameter pati sagu yang penting dalam proses produksi mi. Karakter yang diinginkan adalah pati dengan kemampuan membentuk gel yang tinggi. Mi sagu pada dasarnya adalah mi yang bahan dasarnya

adalah tepung sagu dimana pati sagunya telah mengalami proses gelatinisasi yang diperoleh dari hasil pengukusan. Kekuatan untai mi sangat ditentukan oleh kemampuan pati untuk membentuk gel.

KESIMPULAN

Modifikasi pati dengan metode HMT menghasilkan kadar terendah pada perlakuan suhu 100°C, pH 5,7 suhu 90°C, viskositas 3 cP suhu 100°C, derajat putih 75,27 suhu 90°C dan kekuatan gel 105,13 g/cm² suhu 95°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale, K.O., T.A. Afolabi & B.I. Olu-Owolabi. 2005. Hydrothermal treatments of Finger Millet (*Eleusine coracana*) starch. *Food Hydrocolloids* 19: 974-983.
- Ahmad, C. & K. Galuh. 2006. Modifikasi tepung sagu menjadi maltodekstrin menggunakan enzim α -amilase. Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang.
- AOAC. 2012. *Official Methods of Analysis of the Association Analytical Chemistry*. Washington: Association of Official Analytical Chemistry.
- Bintoro, H.M.H. 2000. Country Report of Indonesia. Sago Situation in Indonesia. Proceeding International Sago Seminar. Bogor 22-23 Maret 2000.
- (BSN) Badan Standarisasi Nasional. 1992. Cara Uji Makanan dan Minuman. SNI-01-2891-1992. Jakarta.
- Buckle, K.A., R.A. Edward, G.H. Fleet & M. Wootan. 1987. *Ilmu Pangan*. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- Collado, L.S & H. Corke. 1999. Heat moisture treatment effect on Sweet Potato starches differing in amylase content. *Food Chemistry* 65: 339-346
- Collado, L.S., L.B. Mabesa, C.G. Oates & H. Corke. 2001. Bihon-types noodles from heat moisture treated Sweet potato starch. *Journal of Food Science* 66: 604-609

- Djoefrie, H.M.H.B. 1999. Pemberdayaan Tanaman Sagu Sebagai Penghasil Bahan Alternatif Dan Bahan Baku Agroindustri Yang Potensial Dalam Rangka Ketahanan Nasional. Orasi Ilmiah. Fakultas Pertanian IPB, Bogor. 11 September 2011.
- Elliason, A.C. 2004. *Starch in Food, Structure, Function and Application*. Wood Heat Publishing Limited and CRC Press LLC. USA
- Fitriani, S. & E. Budiyan. 2010. Karakteristik mutu pati sagu dari Propinsi Riau dengan perlakuan HMT. *Jurnal Sagu* 9 : 38-44.
- Gunaratne, A. & H. Corke. 2007. Effect of hydroxypropylation and alkaline treatment in hydroxypropylation on some structural and physicochemical properties of heat moisture treated Wheat, Potato and Waxy Maize starch. *Carbohydrate Polymers* 68: 305-313 .
- Gunaratne, A. & R. Hoover. 2002. Effect of heat moisture treatment on the structure and physicochemical properties of tuber and root starches. *Carbohydrate Polymers* 49: 425-437.
- Hoover, R.A. & T. Vasanthan. 1994. Effect of heat moisture treatment on structure and physicochemical properties of cereal, legume, and tuber starches. *Carbohydrate Research* 252: 33-53.
- Miyoshi, E. 2001. Effect of heat moisture treatments and lipids on gelatinization and retrogradation of maize and potato starches. *Cereal Chemistry* 79: 72-77.
- Poedjiadi, A. 1994. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta. UI Press
- Pukkahutta, C., B. Suwannawat, S. Shobsngob. & V. Sayavit. 2008. Comparative study of pasting and thermal transition characteristics of osmotic pressure a heat moisture treated corn starch. *Carbohydrate Polymers* 72: 527-536
- Purwani, E.Y., Widianingrum, R. Thahir & Muslich. 2006. Effect of moisture treatment of sago starch on its noodle quality. *Indonesiaan Journal Agriculture Science* 7: 8-14.
- Rahmayuni. 2009. Perbaikan Karakteristik Pati Ubi Jalar Dengan Heat Moisture Treatment Untuk Pembuatan *Starch Noodle*. [Tesis]. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Stute, R. 1992. Hydrothermal modification of starches: the difference between annealing and heat moisture treatment. *Starch/Starke* 6: 205-214.
- Sumaryono. 2006. *Sagu*. Potensial Perkaya Keragaman Pangan. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- Wattanachant, S., K. Muhamad, D. Mathasin & R. Rahma. 2002. Sustainability of sago starch as based for dual modification. *Journal of Science and Technology* 24 : 431-438.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan Dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.